

Aprendizaje activo de un chatbot educativo en operaciones de mecanizado en estudiantes de ingeniería

Active learning of an educational chatbot in machining operations of engineering students

DOI: <https://doi.org/10.32870/dse.v0i34.1728>

Fernando Montemayor-Ibarra*
Neydi Gabriela Alfaro Cazares**
Anel Jacaranda Torres Díaz***

Resumen

Este estudio tiene como objetivo investigar la preferencia de uso y la percepción de retroalimentación inmediata usando un chatbot de Inteligencia Artificial (IA) en el aprendizaje de operaciones de mecanizado en estudiantes de ingeniería. La pregunta de investigación involucra la implementación de un asistente virtual de aprendizaje. El tipo de estudio es descriptivo, en una población de 86 estudiantes distribuidos en tres grupos, durante el periodo escolar enero-junio 2025; se implementó un chatbot en Microsoft Teams para apoyar a los estudiantes mediante retroalimentación inmediata y personalizada. La actividad consistió en resolver un crucigrama técnico para evaluar la comprensión de conceptos clave. Los resultados mostraron un rendimiento similar entre los grupos (Grupo 1: 78.3%, Grupo 2: 70.8%, Grupo 3: 73.6%), sin diferencias significativas (ANOVA, $p = 0.152$). Además, no se encontró impacto significativo por experiencia previa con IA (t-test, $p = 0.495$). Los chatbots demuestran ser herramientas efectivas para reforzar conceptos técnicos, ofreciendo ventajas como accesibilidad 24/7 y adaptabilidad. Sin embargo, se destacan desafíos como la precisión de respuestas y la equidad en el acceso. El estudio concluye que la IA puede complementar la educación en ingeniería, y recomienda su integración progresiva en el currículo y futuras investigaciones longitudinales.

Palabras clave: Inteligencia Artificial – chatbots educativos – aprendizaje adaptativo – enseñanza de ingeniería – retroalimentación formativa.

Abstract

This study aims to inquire into user preference and perceived immediate feedback through an Artificial Intelligence (AI) chatbot in the context of learning machining operations among engineering students. The

* Doctor en Educación. Líneas de investigación: Estrategias de enseñanza en la ingeniería mediante tecnología, Teleingeniería en la educación. Profesor, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. fernando.montemayorib@uanl.edu.mx

** Doctora en Tecnología Educativa. Línea de investigación: Innovación educativa. Profesora-investigadora, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. neydi.alfarocr@uanl.edu.mx

*** Maestra en Administración Industrial y de Negocios. Profesora, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. anel.torresdz@uanl.edu.mx

research question centers on the implementation of a virtual learning assistant. A descriptive study design was employed with a sample of 86 students divided into three groups during the January-June 2025 academic semester. A chatbot was implemented via Microsoft Teams to provide students with immediate and personalized feedback. The learning activity involved solving a technical crossword puzzle to assess comprehension of key concepts. Results indicated similar performance levels across the groups (Group 1: 78.3%, Group 2: 70.8%, Group 3: 73.6%), with no statistically significant differences (ANOVA, $p = 0.152$). Furthermore, prior experience with AI tools showed no significant impact on performance (t-test, $p = 0.495$). The findings suggest that chatbots are effective tools for reinforcing technical concepts, offering advantages such as 24/7 accessibility and adaptability. However, challenges related to response accuracy and equitable access remain notable. The study concludes that AI can serve as a valuable complement to engineering education and recommends its gradual integration into curricula alongside further longitudinal research.

Keywords: Artificial Intelligence – educational chatbots – adaptive learning – engineering education – formative feedback.

Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) es una herramienta innovadora que está revolucionando la educación en todos los niveles; particularmente, tiene un impacto significativo en el proceso de enseñanza al integrarse en el currículo y a la práctica docente: mejora la calidad educativa, crea entornos de enseñanza interactivos y adaptativos, personaliza el aprendizaje, automatiza las evaluaciones y provee de retroalimentación personalizada a los estudiantes (Bustamante, Camacho, 2024).

A pesar de su potencial, la adopción de herramientas basadas en IA como los chatbots educativos, enfrenta desafíos críticos como: la falta de evidencia empírica sobre la eficacia en contextos específicos (por ejemplo, el aprendizaje de operaciones de mecanizado), la resistencia docente a incorporar tecnologías emergentes y la brecha en la formación estudiantil para interactuar con estas herramientas de manera autónoma (Guanga *et al.*, 2024).

En el ámbito de la ingeniería de manufactura, dominar operaciones como el fresado, torneado o taladrado es esencial para la competencia profesional, porque la enseñanza tradicional suele ser abstracta y descontextualizada (Felder, Brent, 2016). Estudios previos señalan que los estudiantes aprenden mejor mediante métodos activos y retroalimentación inmediata (Roll, Wylie, 2016), condiciones que los chatbots pueden satisfacer al simular interacciones personalizadas y ofrecer ejemplos adaptados a ritmos individuales (Winkler, Söllner, 2018); por lo tanto, se tiene un impacto positivo en el aprendizaje. Sin embargo, persisten vacíos en la literatura sobre cómo estas herramientas inciden en la retención de conocimiento técnico o en la reducción de brechas de habilidades prácticas.

Este trabajo tiene como objetivo investigar el impacto del chatbot de IA en el aprendizaje de operaciones de mecanizado en estudiantes de ingeniería de una universidad del noreste de México, mediante el diseño personalizado, con la finalidad de reforzar las principales definiciones

de las operaciones de mecanizado en los procesos de manufactura, mediante la retroalimentación a través de dispositivos electrónicos.

Se establece para este estudio la pregunta de investigación: ¿Cuál es la preferencia de uso y la percepción de retroalimentación inmediata que manifiestan estudiantes universitarios tras interactuar con un Chatbot de lenguaje natural como apoyo a su aprendizaje?

La Inteligencia Artificial en la educación

La integración de la IA en la educación ha transformado los procesos de enseñanza-aprendizaje, permitiendo la personalización, la retroalimentación inmediata y el acceso a recursos interactivos (Luckin, 2018). En el contexto de la educación en ingeniería, la IA puede facilitar la asimilación de conceptos técnicos complejos mediante herramientas como chatbots, sistemas tutores inteligentes y gamificación (Holmes *et al.*, 2019; Aparicio, 2023). Con el apoyo de la inteligencia artificial, se ha optimizado la búsqueda de información, facilitando y enriqueciendo el proceso de aprendizaje tanto para estudiantes como para docentes (Bustamante, Camacho, 2024).

Según Bonwell y Eison (1991), la Teoría del Aprendizaje Activo implica la participación directa del estudiante en el proceso de aprendizaje, el cual va más allá de solo obtener información, ya que desarrolla habilidades de análisis, síntesis y evaluación. Al incorporar el uso de chatbots en entornos educativos, se promueve este tipo de aprendizaje con el desarrollo de la interacción, el pensamiento crítico y la reflexión.

En el sustento teórico para la IA, se encuentra la Teoría del Aprendizaje Adaptativo, propuesta por VanLehn (2011), que permite el ajuste de los contenidos según el ritmo y nivel de conocimiento del estudiante (Taylor *et al.*, 2021), optimizando la retención de conocimiento a través de preguntas que puedan ser contestadas de manera inmediata por el chatbot.

La Teoría del Aprendizaje Conversacional (Kerly *et al.*, 2007) proporciona el fundamento para la interacción dialógica con el chatbot, al fortalecer la comprensión mediante la interacción activa con la IA.

Por otra parte, la Teoría del Aprendizaje Basado en Juegos (Plass *et al.*, 2020) aplica la mecánica del uso de crucigramas gamificados para motivar y comprometer a los estudiantes a completar la tarea, haciendo visible su progreso en la adquisición de conocimiento sobre conceptos del tema en particular.

El sustento teórico en la utilización de la IA es la Teoría de la Autodeterminación (Ryan, Deci, 2017), ya que el estudiante tiene una motivación intrínseca de competir, ser autónomo y desarrollar interrelaciones. Los chatbots pueden satisfacer esas necesidades de autonomía, puesto que permiten al estudiante llevar su propio proceso de aprendizaje al interactuar con la IA a través de consultas de información, gracias al diseño conversacional del chatbot.

Al articular estas teorías, se diseña un sistema que retroalimenta, motiva, dinamiza y evidencia el progreso del estudiante mediante actividades lúdicas.

Chatbots educativos y su impacto en el aprendizaje

Para Martínez-Rolán (2025: 5), el Chatbot educativo es un “asistente virtual programado para interactuar con los estudiantes a través de texto o voz, ofreciendo respuestas inmediatas y personalizadas a sus consultas”.

Los chatbots con IA, como el implementado en este estudio, permiten la interacción con humanos mediante el Procesamiento del Lenguaje Natural hablado o escrito (Bravo, Cruz-Bohorquez, 2024) y actúan como asistentes virtuales que guían al estudiante mediante interacciones conversacionales con respuestas inmediatas y personalizadas (Balseca *et al.*, 2025; Martínez-Rolán, 2025).

Según Winkler y Söellner (2018), estos sistemas permiten: el soporte individualizado en entornos con grupos de estudiantes muy numerosos, su disponibilidad las 24 horas del día, la retroalimentación formativa inmediata, el ambiente seguro sin presión para el aprendizaje, la motivación y control del aprendizaje, la eficiencia y reducción de costos, la adaptabilidad a los estilos de aprendizaje y la integración con plataformas existentes.

Aprendizaje de conceptos técnicos en ingeniería

El estudio se centra en las principales operaciones de mecanizado en la conformación de los materiales por arranque de viruta. Se considera que identificar estas operaciones es esencial para los estudiantes de ingeniería, ya que facilita la selección de la máquina, las herramientas y accesorios en un entorno productivo, volviéndose un tema complejo que requiere comprensión teórico-práctica. Según estudios previos (Felder, Brent, 2016), los estudiantes de ingeniería aprenden mejor cuando utilizan herramientas visuales e interactivas, como diagramas, esquemas, fotografías, videos, animaciones y demostraciones, aunado a la retroalimentación constante entre pares, con el docente, e incluso la proporcionada por la IA.

Un factor que puede influir en el rendimiento académico, de acuerdo con Roll y Wylie (2016), es la experiencia previa con IA ya que los estudiantes que están familiarizados con herramientas digitales tienen ventaja en entornos de aprendizaje mediados por tecnología, en comparación con aquellos que carecen de experiencia en el uso de la IA.

Metodología

En esta investigación, se llevó a cabo un estudio descriptivo de corte transversal y comparativo con el objetivo principal de medir y caracterizar el conocimiento previo de los estudiantes y el patrón de uso de un chatbot como un asistente de apoyo durante la actividad de aprendizaje, analizando, además, la posible influencia de la experiencia previa en el uso de herramientas de IA sobre dichos factores. La pregunta que orientó este estudio fue: ¿Cuál es la preferencia de uso y la percepción de retroalimentación inmediata que manifiestan estudiantes universitarios tras interactuar con un chatbot de lenguaje natural como apoyo a su aprendizaje? La evaluación se

hizo en el periodo escolar comprendido entre enero y junio de 2025. Se realizó sobre una muestra de 86 estudiantes universitarios, distribuidos en tres grupos a conveniencia.

La metodología empleada consistió en la elaboración de una actividad en la que los estudiantes requirieran el uso de la IA como un mecanismo de retroalimentación y asistencia con autoevaluación automática en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, de manera implícita se enfatizó en el diseño, entrenamiento, implementación y evaluación del agente de IA.

La actividad consistió en resolver un crucigrama con las operaciones más comunes en el mecanizado de piezas por arranque de viruta dentro de la industria metal-mecánica, posterior a una explicación verbal con apoyo visual de cada operación. La figura 1 muestra el crucigrama entregado a los estudiantes. Es importante resaltar que los estudiantes podían interactuar con el chatbot para solicitar ayuda directa en preguntas que desconocían por completo, o verificar respuestas que habían escrito por su cuenta.

Figura 1. Crucigrama

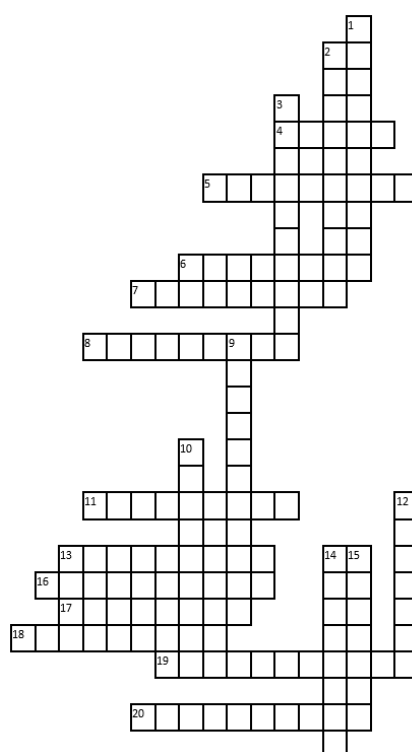
HORIZONTALES

4. Operación de fresado que consiste en mecanizar áreas elevadas o “islas” en una superficie, cortando zonas alrededor.
5. Operación de fresado que consiste en crear huecos o depresiones en una pieza, utilizando fresas de punta esférica o cilíndrica.
6. Proceso de crear una ranura o canal en la superficie de la pieza. La herramienta de corte se desplaza radialmente para realizar el corte.
7. Operación que consiste en crear un agujero perfectamente alineado con el eje de rotación de la pieza. La herramienta de corte avanza en dirección axial mientras la pieza gira.
8. Proceso de crear un patrón rayado en la superficie de una pieza para mejorar el agarre. Se realiza con una herramienta llamada moleta.
11. Operación que consiste en ajustar con precisión el diámetro y el acabado superficial de un agujero, utilizando un escariador.
13. Operación que consiste en mecanizar una superficie cónica en la pieza. La herramienta se desplaza en un ángulo específico respecto al eje de la pieza, para crear una forma cónica.
16. Operación que consiste en cortar una rosca interna en un agujero utilizando una herramienta llamada machuelo.
17. Proceso de cortar una pieza en dos partes mediante el desplazamiento radial de la herramienta de corte.
18. Operación que consiste en cortar un agujero de gran diámetro o crear una pieza circular hueca, utilizando una herramienta con bordes cortantes periféricos.
19. Operación que consiste en cortar el flanco de una pieza siguiendo un perfil o forma específica, utilizando una fresa de forma o de bola.
20. Operación en la que la herramienta de corte se desplaza perpendicularmente al eje de rotación de la pieza para crear una superficie plana en el extremo de la pieza. Se usa para lograr caras frontales lisas y paralelas.

VERTICALES

1. Operación que consiste en agrandar el diámetro de la entrada de un agujero, generalmente para alojar cabezas de tornillos o mejorar el acabado superficial.
2. Operación que consiste en crear un chaflán cónico en la entrada de un agujero, permitiendo que las cabezas de tornillos queden al ras con la superficie.

3. Operación que consiste en reducir el diámetro de una pieza cilíndrica mediante el desplazamiento longitudinal de la herramienta de corte mientras la pieza gira.
9. Operación que consiste en cortar un borde en ángulo (generalmente 45°) en una pieza, utilizando una fresa angular.
10. Operación en la que la herramienta de corte sigue un contorno específico y complejo para crear una forma cilíndrica en la pieza.
12. Proceso de cortar una rosca en la superficie de una pieza cilíndrica. Puede ser roscado exterior o interior.
14. Operación que consiste en mecanizar una superficie plana y uniforme con una fresa de corte horizontal o vertical.
15. Operación que consiste en crear letras, números o diseños en una superficie, utilizando fresas pequeñas o de punta fina.



Diseño del chatbot

Posteriormente se eligió una plataforma gratuita que cumplía con los requisitos clave: ofrecía el periodo de prueba más extenso y la mayor cantidad de interacciones mensuales (*tokens*). Esta herramienta no requiere programación, acepta cargar archivos como base de conocimiento y protege la información confidencial. La descripción corresponde a: un chatbot diseñado para ayudar a estudiantes de ingeniería en el aprendizaje sobre máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC), su operación, programación y mecanizados.

Se establecieron una serie de instrucciones para adecuar y afinar la interacción del asistente virtual de aprendizaje con los estudiantes como:

- Proporcionar información y procedimientos sobre la operación de máquinas CNC.
- Explicar conceptos de programación de CNC.
- Ofrecer guías y mejores prácticas para mecanizados.
- Responder de manera clara y educativa.
- Mantener un tono profesional y accesible.
- Evitar temas sensibles o controvertidos.
- Proporcionar información precisa y útil.
- Hacer una pregunta a la vez.
- Guiar de manera abierta, sin proporcionar respuestas o soluciones inmediatas.
- Animar y dar ideas si el estudiante tiene dificultades.
- Cerrar la conversación cuando se demuestre comprensión y ofrecer ayuda para futuras preguntas.
- Presentarse como su asistente CNC experto, optimista y alentador.
- Brindar explicaciones, ejemplos y analogías usando código para ayudar a comprender conceptos.
- Preguntar qué sabe sobre el tema elegido y esperar una respuesta.
- No mostrar las referencias a los documentos base de conocimiento.
- Responda agrupando los datos que tengan una etiqueta [Authoritative] con una línea de encabezado que contenga un ☒ seguido de "Según fuentes oficiales". Los datos sin etiqueta deben agruparse después de agregar una nueva línea al final, sin encabezado.

Entrenamiento

El documento principal de la base de conocimiento del chatbot se integró con un archivo de texto que contiene definiciones, conceptos, temario, listado de actividades y ponderaciones del curso, además de fechas importantes en relación con el calendario académico del año 2025. Asimismo, se añadieron cuatro enlaces a páginas web con información relevante sobre la actividad académica que desarrollaron los estudiantes.

Implementación

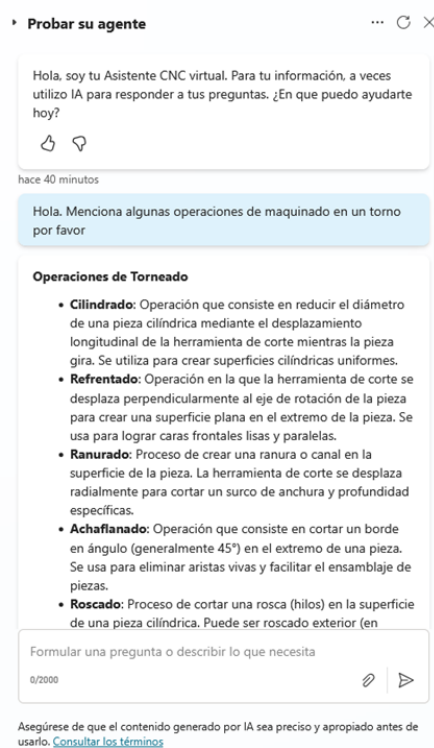
Para implementarlo se usó Copilot Studio, porque permite utilizar diversos canales o plataformas existentes para llegar al usuario objetivo. El canal elegido fue Teams de Microsoft 365, debido a que es una de las plataformas oficiales que se comenzó a utilizar en esta institución educativa, y con la cual los estudiantes están familiarizados desde el año 2020, como consecuencia de la pandemia de Covid-19 (Universidad Autónoma de Nuevo León, s/f).

Es necesario instalar el chatbot en Microsoft Teams, por medio de un enlace compartido a los estudiantes, e iniciar la conversación mediante un chat personal con el asistente virtual de aprendizaje.

Evaluación

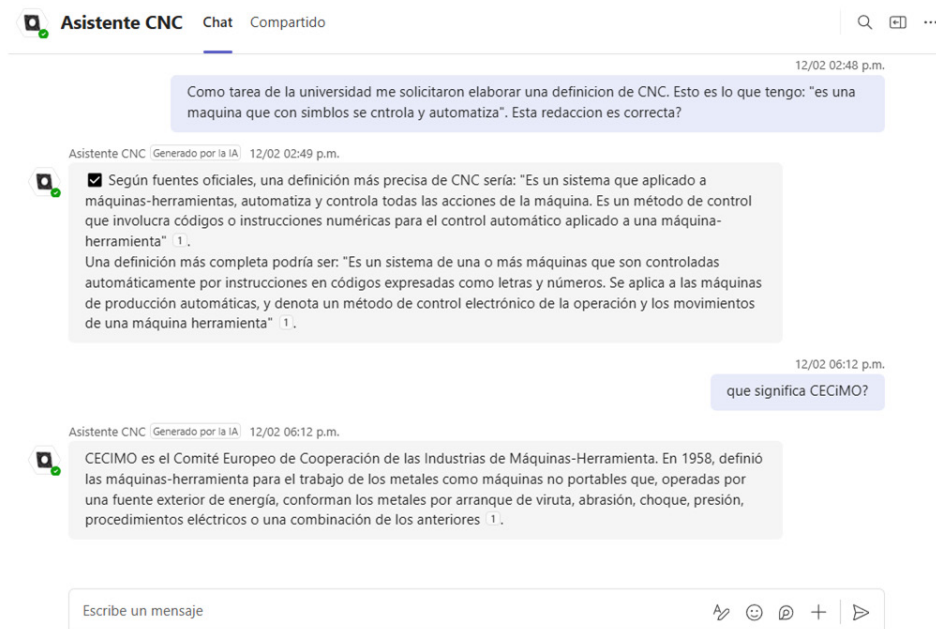
El Copilot Studio permite realizar pruebas previas a la publicación del agente IA. Las pruebas realizadas son la interacción en lenguaje natural con el chatbot y el usuario. La figura 2 muestra el resultado parcial de la respuesta vertida por el chatbot a una pregunta formulada.

Figura 2. Evaluación de la interacción del Chatbot



En la figura 3 se muestra la integración del chatbot con Microsoft Teams.

Figura 3. Conversación con el chatbot desde Microsoft Teams



Pruebas

Se seleccionaron tres grupos a conveniencia para realizar las pruebas. La tabla 1 muestra la conformación de cada grupo.

Tabla 1. Conformación demográfica por género de los grupos

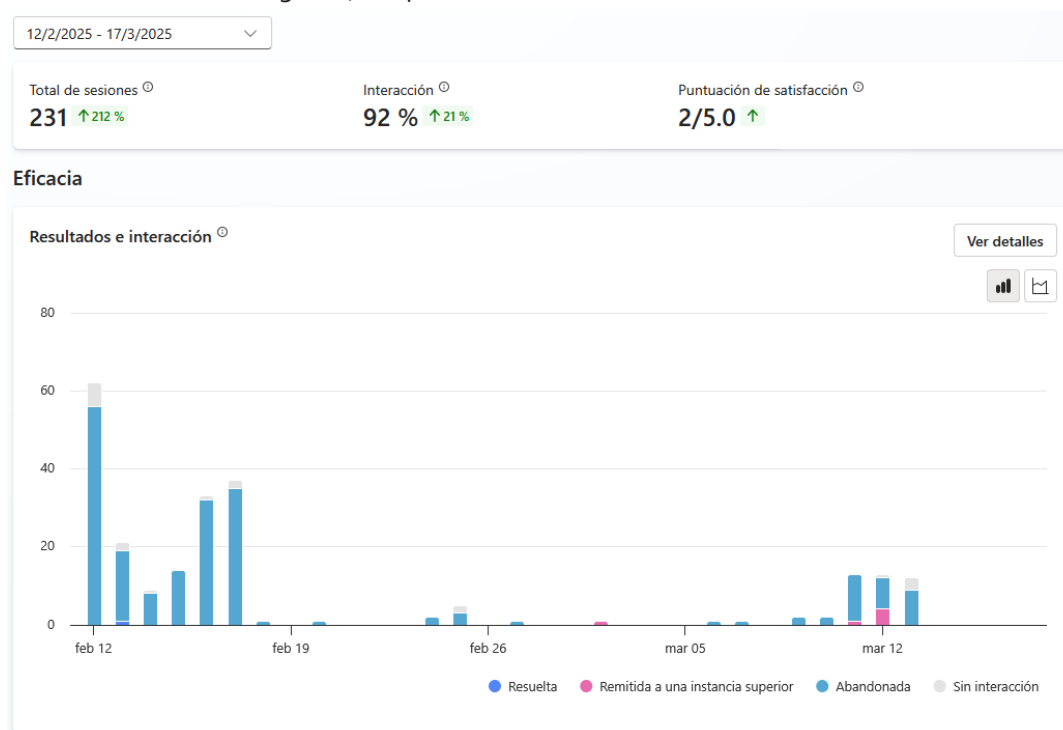
GRUPO	N	N	H	%	M	%
1		30	22	73.33%	8	26.67%
2	35	29	23	79.31%	6	20.69%
3	35	27	22	81.48%	5	18.52%

Nota: n indica la muestra de estudiantes participantes en la actividad; H indica la cantidad de estudiantes de género masculino, %H el porcentaje de hombres, M indica la cantidad de estudiantes de género femenino y %M su respectivo porcentaje.

La actividad se realizó entre el 14 de febrero y el 17 de febrero de 2025; en la figura 4 se muestran los indicadores de interacción entre los estudiantes y el chatbot para realizar la actividad.

Asimismo, en dicha figura puede observarse un incremento considerable en el uso del chatbot los días 11, 12 y 13 de marzo, lo cual coincide con el periodo previo a los exámenes y refleja un mayor número de consultas por parte de los estudiantes en esas fechas.

Figura 4 . Reporte de indicadores de interacción



Resultados

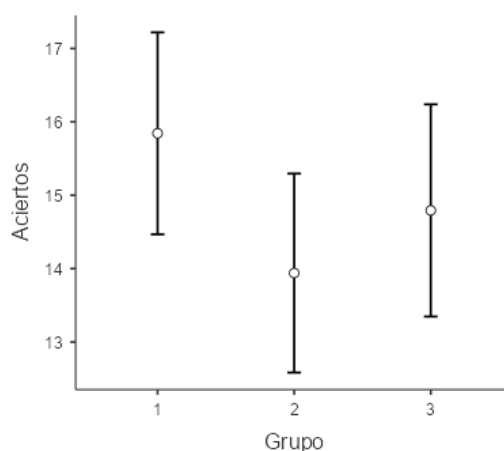
En relación con el conocimiento previo demostrado por los estudiantes, el Grupo 1 obtuvo el mayor rendimiento (78.3%), seguido del Grupo 3 (73.6%) y finalmente el Grupo 2 (70.8%). La tabla 2 muestra la estadística descriptiva del estudio para cada grupo.

Tabla 2. Descriptivas por grupo

Grupo	n	Media Conocimiento previo	Media Asistencia	Desviación Estándar	Varianza	Mínimo	Máximo
1	30	15.844	4.156	3.313	10.975	5	20
2	29	13.939	6.061	4.911	24.121	0	20
3	27	14.793	5.207	3.200	10.241	7	19

En cuanto a la comparación de los aciertos por conocimiento previo entre la totalidad de los grupos, se requirió de una prueba ANOVA para determinar las diferencias significativas entre los tres grupos; el resultado indicó que no hay diferencias reales entre los grupos $F(2,91) = 1.921$, con $p\text{-valor} = 0.15236$, revelando que no hay un impacto diferenciado por el uso del chatbot, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Medias marginales estimadas



En la tabla 3 se muestran los conceptos que presentaron mayor dificultad para el total de los estudiantes y, de acuerdo con los resultados observados, se recomendaría reforzar estos temas en futuras sesiones, posiblemente con ejemplos prácticos o explicaciones alternativas.

Tabla 3. Operaciones de mecanizado complejas

Concepto	Necesidad de Asistencia
Trepanado (18)	69.1%
Abocardado (1)	42.6%
Perfilado (10)	40.4%
Refrentado (20)	37.2%
Planeado (14)	35.1%

Nota: el valor entre paréntesis indica la definición en el crucigrama.

Por otra parte, se analizó el efecto de la experiencia previa en el uso de IA sobre el desempeño en la actividad. Los resultados obtenidos de los 80 estudiantes con experiencia previa en IA alcanzaron un promedio de aciertos de 14.833 y una desviación estándar de ± 4.002 , mientras que el grupo de seis estudiantes sin experiencia en IA alcanzan un promedio de 14.852 con una desviación estándar de ± 3.601 .

La medición de las medias de la influencia en la mejora de los aciertos con el uso previo de IA requirió de una prueba t de Student, con el resultado de $t(92) = -0.011$, $p\text{-valor} = 0.4955$, por lo que las medias observadas son casi iguales, no mostrando una diferencia significativa entre los estudiantes con experiencia y sin experiencia previo en el uso de IA.

Discusión

Entre los principales hallazgos del estudio descriptivo, se pueden enumerar los siguientes:

En primer lugar, los estudiantes identificaron la retroalimentación inmediata y personalizada proporcionada por el chatbot como el beneficio más valorado, destacando su utilidad para disipar dudas al instante, corregir errores sobre la marcha y consolidar su comprensión de los conceptos académicos durante la actividad.

Asimismo, se observó una clara preferencia en los estudiantes por intentar resolver la actividad académica aplicando su conocimiento previo de manera autónoma, mediante el uso del chatbot principalmente como un recurso de consulta secundaria para verificar respuestas o superar la falta de conocimiento, en lugar de utilizar el asistente virtual como un primer recurso.

Por otra parte, la interfaz de lenguaje natural del chatbot demostró una alta usabilidad intuitiva, lo que eliminó la necesidad de instrucciones previas o capacitación formal para su operación. Esto permitió una adopción inmediata de la herramienta, donde los estudiantes enfocaron sus esfuerzos cognitivos en la resolución de la actividad académica en sí, y no en el aprendizaje del manejo técnico del software.

Este estudio demuestra que el chatbot de IA es una herramienta efectiva para proporcionar retroalimentación inmediata y personalizada para la validación de definiciones técnicas, con base en los conocimientos previamente proporcionados sin la intervención del docente, como lo proponen Valera Hernández *et al.* (2024).

Sosa y Reina (2023) destacan la importancia de la retroalimentación en entornos virtuales, ya que permite una evaluación continua y personalizada para la mejora del desempeño académico de los estudiantes. La retroalimentación está intrínsecamente ligada al proceso de enseñanza, por lo cual el asistente virtual de aprendizaje, en su esencia, releva en cierta medida al docente de esta responsabilidad.

Para Peñaherrera *et al.* (2022) la ventaja de emplear IA permite al docente centrar su atención en la investigación, la producción de metodologías novedosas y brindar atención de manera personalizada a los estudiantes.

En Latinoamérica, la retroalimentación efectiva aún requiere de formación docente para su implementación y la sistematización de la interacción en contextos reales que propicien una retroalimentación dialógica y la participación de los estudiantes (Herrera *et al.*, 2023). Sin embargo, es importante considerar que el valor de los chatbots podría ser menor en comparación con los asistentes humanos.

La comparación entre los grupos no es significativa $F(2,91) = 1.921$, con $p\text{-valor} = 0.15236$, lo que hace suponer grupos homogéneos y confirma que el docente realizó una estrategia de enseñanza adecuada entre los grupos.

Un hallazgo importante para destacar es que la mayoría de los estudiantes respondieron con los conocimientos previamente adquiridos en clases, aun cuando el chatbot puede propor-

cionar todas las respuestas correctas de la actividad académica; en promedio solo cinco de 20 respuestas requirieron asistencia del chatbot. Este resultado confirma la importancia del docente frente a un grupo, como una parte indispensable e insustituible del proceso de enseñanza-aprendizaje (Ortiz, 11 de junio de 2025; Toribio, 15 de mayo de 2025).

Asimismo, la experiencia previa con la IA no mostró una correlación significativa con los resultados obtenidos. Esto sugiere que los estudiantes pudieron utilizar la herramienta de forma evidente, independientemente de su nivel de familiaridad inicial, lo que podría indicar una alta adaptabilidad o una curva de aprendizaje rápida.

El uso previo de IA de los estudiantes se asoció con un ligero mejor desempeño, respaldando su utilidad como herramienta de aprendizaje autónomo. Es oportuno resaltar la autonomía e iniciativa de los estudiantes para autoexplorar estas nuevas tecnologías que democratizan el conocimiento para toda la población.

De acuerdo con los resultados obtenidos, dentro del proceso de enseñanza se observa que el conocimiento previo del estudiante es como se da la efectividad al utilizar la IA como lo establece la Teoría del Aprendizaje Adaptativo, la cual tiene relación directa con la teoría del aprendizaje conversacional debido a la interacción que hace el alumno con el chatbot, reforzando su conocimiento a través del crucigrama, como lo establece la Teoría del Aprendizaje basado en Juegos.

Los chatbots educativos son una aplicación específica de la IA que está transformando la enseñanza y el aprendizaje. Estos agentes de software interactúan a través de diversos roles y tienen como objetivo responder a las preguntas que se les plantean.

Entre los beneficios aportados por el asistente virtual de aprendizaje se encuentran el apoyo personalizado y respuestas inmediatas a sus consultas, facilitando la accesibilidad desde diferentes dispositivos y la flexibilidad durante las 24 horas del día, además de mantener el anonimato para evitar a los estudiantes la vergüenza del error.

Otro beneficio es ofrecer un aprendizaje personalizado que se adapta a las necesidades individuales de cada estudiante, mejorar la comunicación verbal o escrita del estudiante al interactuar con el chatbot, cuando verifica y discute respuestas incorrectas en la actividades, tareas o exámenes. También pueden disipar dudas básicas como fechas importantes en el calendario académico.

Además, la implementación de la IA en la educación, incluyendo los chatbots, debe ser planificada estratégicamente y enmarcada en criterios éticos sólidos, acompañada de un proceso de capacitación docente adecuado, con sustento pedagógico, para garantizar su uso responsable y efectivo (González-Campos *et al.*, 2024). En este sentido, persisten dos desafíos críticos para los chatbots educativos: garantizar la precisión y veracidad absoluta de sus respuestas y lograr una adaptación flexible a las particularidades pedagógicas de contextos de aprendizaje específicos, también se han señalado preocupaciones sobre la privacidad de los datos y la equidad en el acceso a estas tecnologías.

Conclusiones

Los resultados de este estudio demuestran que la implementación de chatbots de IA en la educación en ingeniería tiene un impacto medible en el aprendizaje de conceptos técnicos complejos, particularmente en operaciones de mecanizado.

Los datos revelan que los estudiantes que utilizaron el chatbot mostraron un rendimiento académico homogéneo entre grupos (diferencias no significativas, $p=0.152$), lo que sugiere que la herramienta funcionó como un recurso equitativo, independientemente de variables como el género o la experiencia previa con IA ($p=0.495$).

Estos hallazgos respaldan la Teoría del Aprendizaje Adaptativo, confirmando que la personalización de contenidos mediante IA puede nivelar las oportunidades de aprendizaje en contextos masificados. La implementación del asistente virtual de aprendizaje en educación en ingeniería demuestra ser efectiva para reforzar conceptos técnicos de ingeniería, especialmente en estudiantes con experiencia previa en plataformas educativas y el uso de la IA.

Se recomienda integrar la IA progresivamente en el currículo y, particularmente, en las actividades que frecuentemente presentan dificultades para los estudiantes; en este sentido, es conveniente realizar estudios longitudinales para evaluar retención de conocimiento y se sugiere equilibrar la muestra por género en futuras investigaciones. Este estudio aporta evidencia preliminar sobre el valor pedagógico de la IA, destacando su potencial para transformar la enseñanza en la ingeniería.

En definitiva, este estudio corrobora el valor de la IA, concebida como una herramienta pedagógica y no como un sustituto de los docentes; tiene el potencial de democratizar el conocimiento especializado y reorientar el rol del docente hacia una mentoría más personalizada.

Referencias

- Aparicio-Gómez, W. (2023). La Inteligencia Artificial y su incidencia en la educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(2), 217-230. <https://doi.org/10.51660/RIPIE.V3I2.133>
- Balseca, Á.; M. Vallejo; S. Pilco; L. Andrade (2025). La integración de la Inteligencia Artificial en los currículos educativos de educación general básica. *Revista Imaginario Social*, 8(2). <https://doi.org/10.59155/IS.V8I2.293>
- Bonwell, C.; J. Eison (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. ERIC Digest.
- Bravo, F.; J. Cruz-Bohorquez (2024). Engineering education in the age of AI: Analysis of the impact of Chatbots on learning in Engineering. *Education Sciences*, 14(5), 484. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI14050484>
- Bustamante, R.; A. Camacho (2024). Inteligencia artificial (IA) en las escuelas: una revisión sistemática (2019-2023). *Enunciación*, 29(1), 2019-2023. <https://doi.org/10.14483/22486798.22039>

- Felder, R.; R. Brent (2016). *Teaching and learning STEM, a practical guide (1st ed.)*. USA: Jossey-Bass. <https://www.wiley.com/go/permissions>
- Guanga, U.; R. Lozada; R. Paz; A. Bauz; M. Reinoso (2024). Desafíos de la educación para la implementación de la inteligencia artificial. *Ciencia Latina Internacional Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 3588-3602. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3
- González-Campos, J.; J. López-Núñez; C. Araya-Pérez (2024). Educación superior e inteligencia artificial: desafíos para la universidad del siglo XXI. *Aloma: Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 42(1), 79-90. <https://doi.org/10.51698/aloma.2024.42.1.79-90>
- Herrera Araya, D.; V. Villarroel Henríquez & D. Ríos Muñoz (2023). Investigación sobre retroalimentación en español: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Meta: Avaliação*, 15(46). <https://doi.org/10.22347/2175-2753v15i46.3879>
- Holmes, W.; M. Bialik; Ch. Fadel (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 14(4). <https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education/>
- Kerly, A.; P. Hall; S. Bull (2007). Bringing chatbots into education: Towards natural language negotiation of open learner models. *Knowledge-Based Systems*, 20(2), 177-185. <https://doi.org/10.1016/J.KNOSYS.2006.11.014>
- Luckin, R. (2018). *Machine Learning and Human Intelligence. The future of education for the 21st century*. UK: UCL IOE Press. [https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10178695/1/Machine Learning and Human Intelligence.pdf](https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10178695/1/Machine%20Learning%20and%20Human%20Intelligence.pdf)
- Martínez-Rolán, X. (2025). Estrategias de enseñanza innovadoras: implementación de un chatbot en el Grado de Publicidad y Relaciones Públicas. *European Public & Social Innovation Review*, (10), 1-15. <https://doi.org/10.31637/EPSIR-2025-344>
- Peñaherrera, W.; W. Cunuhay; D. Nata; L. Moreira (2022). Implementación de la Inteligencia Artificial (IA) como recurso educativo. *RECIMUNDO*, 6(2), 402-413. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.402-413](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.402-413)
- Plass, J.; R. Mayer; B. Homer (2020). *Handbook of Game-based Learning*. USA: The MIT Press. <https://lccn.loc.gov/2019009508>
- Roll, I.; R. Wylie (2016). Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education. *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, (26), 582-599. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>
- Ryan, R.; E. Deci (2017). Self-determination theory. Basic psychological needs in motivation, development and wellness. *Revue Québécoise de Psychologie*, 38(3), 231-234. <https://doi.org/10.7202/1041847AR>
- Sosa, G.; N. Reina (2023). La retroalimentación de actividades y uso de recursos digitales en educación superior. *Revista Científica Internacional*, 6(1). <https://doi.org/10.46734/revcientifica.v6i1.62>

- Taylor, D.; M. Yeung; A. Bashet; D. Taylor; M. Yeung (2021). Personalized and adaptive learning. In Ryoo, J.; K. Winkelmann (eds.). *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education*. Springer, Cham, 17-34. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58948-6_2
- Toribio, L. (15 de mayo de 2025). ¿IA, aliada o amenaza para la docencia? *Excelsior*. México. <https://www.excelsior.com.mx/nacional/ia-aliada-o-amenaza-para-la-docencia/1716043>
- Valera, J.; M. Villa; A. Barraza (2024). Herramientas digitales basadas en gamificación e IA. *Revista Desafíos Educativos*, (15), 59-72. <https://revista.ciinsev.com/es/articulos/15/5>
- VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197-221. <https://doi.org/10.1080/0046150.2011.611369>
- Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) (s/f). *Estrategia digital UANL*. <https://estrategia-digital.uanl.mx/>
- Winkler, R.; M. Söllner (2018). Unleashing the potential of Chatbots in education: A state-of-the-art Analysis. *Academy of Management*, (1). <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2018.15903ABSTRACT>